

## 꽃게 통발용 인공미끼의 생분해도 및 해양수질 영향

정병곤<sup>1\*</sup> · 구재근<sup>2</sup> · 장호영<sup>3</sup>

<sup>1</sup>군산대학교 환경공학과

<sup>2</sup>군산대학교 식품생명공학과

<sup>3</sup>군산대학교 해양생산학과

## Biodegradability of Artificial Bait for Blue Crab Pots and Its Effect on Seawater Quality

Byung Gon Jeong<sup>1,\*</sup>, Jae Geun Koo<sup>2</sup> and Ho Young Chang<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Environmental Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science & Biotechnology, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Marine Science & Production, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

### 요 약

고등어 내장, 다랑어 내장 및 크릴새우 분쇄물을 사용하여 제조한 꽃게 통발용 인공미끼에 대하여 수중 생분해도와 현장해수에 미치는 영향을 조사하였다. 실내 생분해도 실험은 유효용량 10L의 아크릴 수조에 수리학적 체류시간은 12시간, 수조 통과유속은 1m/d로 물을 통과시키면서 시간에 따른 인공미끼의 생분해도를 평가하였다. 23일간의 실험기간 중 인공미끼는 원료의 종류에 관계없이 초기에 빠른 속도로 분해된 후 5일 후부터는 안정화되는 경향을 나타내었다. 분해속도는 사용 원료에 따라 다르게 나타났는데 유기물 분해속도 측면에서는 다랑어내장으로 만든 미끼가 가장 빠르게 분해되었는데 반해 암모니아성 질소 분해 측면에서는 고등어 내장을 이용하여 만든 미끼가 가장 빠르게 분해되는 것으로 나타났다. 인공미끼 사용이 해양생태계에 미치는 영향을 평가하기 위하여 인공미끼를 사용한 현장해수에서 통발의 위치 및 깊이에 따른 SS, COD, DO, 인 및 질소와 같은 해양수질을 측정하였다. 현장 해수와 대조구의 수질을 비교해 본 결과, 인공미끼 사용으로 인한 해양수질에 대한 영향은 무시할 수 있는 것으로 나타났다.

**Abstract** – The biodegradability in water of the artificial baits for blue crab pots which were made of intestines of mackerel, tuna and grinded krill were studied. The biodegradability of artificial bait was evaluated with the effective capacity of 10L water tank which was made of acryl pipe at the velocity of 1m/d and hydraulic retention time of 12 hours. For the 23 days operation time, all artificial baits were degraded fast at the early stage of operation time and stabilized within 5 days after start up. The rates of biodegradation were different depending on the raw materials of artificial baits. In terms of degradation rate of organic matter which can be expressed as COD, artificial bait made of tunas intestine showed the fastest degradation rate. On the other hand, in terms of degradation rate of nitrogenous matter which can be expressed as ammonia nitrogen, artificial bait made of mackerels intestine showed the fastest degradation rate. In order to evaluate the effect of artificial bait on marine ecosystem, seawater qualities including SS, COD, DO, nitrogen, phosphorus were determined depending on depth and location during 2 days test operation period. It is apparent that the effect of artificial bait on seawater quality was negligible when comparing seawater quality of test operation area with control area.

**Keywords:** Biodegradability(생분해도), Artificial Bait(인공미끼), Blue Crab Pot(꽃게 통발), Mackerel(고등어), Tuna(다랑어), Krill(크릴)

\*Corresponding author: bjeong@kunsan.ac.kr

## 1. 서론

통발어업은 일정한 장소에 서식하거나 유영력이 크지 않으면서 미끼에 대한 반응이 민감한 생물을 미끼를 이용하여 함정으로 유인하여 잡는 어업으로서, 어구의 구조가 비교적 간단하고 조업이 용이할 뿐만 아니라 어획효과도 좋으며 어획물이 대부분 활어상태로 판매될 수 있어서 수익성도 높으므로 연안어업에서 중요한 위치를 차지하고 있다(장 등[2002]).

이러한 통발어업에서 통발어구의 어획효율은 통발의 구조나 어장학적 요소 및 미끼에 따라 달라지며(고와 김[1984], 고와 권[1987], 김과 고[1987a, 1987b, 1990a, 1990b, 1990c]), 이들 요소 중에서 특히, 유인성이 강한 미끼의 선택과 미끼의 적절한 공급이 어업 성패의 관건이 되나(김과 이[1990], 서 등[1977]), 대부분 천연미끼를 사용함으로써 미끼의 가격과 공급물량 및 저장관리 등 여러 가지 측면에서 많은 문제점을 가지고 있다(염 등[1990a, 1990b]). 꽃게 통발어업에서 사용되는 미끼는 주로 천연미끼인 냉동 고등어를 해동시켜 3~6 토막으로 절단하여 미끼로 사용하고 있으므로, 조업 중 미끼를 손질하는 데 일손이 필요하며, 조업효율이 떨어지고, 특히 기온이 상승하는 하계에는 냉동 고등어가 변질되기 쉬우므로 보관 및 취급상 문제가 있다. 또한, 천연미끼의 경우에는 조업 특성상 통발이 오랜 시간 바다에 침치되어 있기 때문에, 한번 사용한 미끼는 유인효과가 급격히 감소함으로 바다에 투기되어 일부는 바다생물의 먹이가 되나, 대부분은 부패하여 부영양화 등 수질 오염의 원인이 되고 있으므로, 근본적으로는 바다에 투기되더라도 안정적으로 생분해되어 수질오염을 저감시킬 수 있는 인공미끼의 개발이 필요하다(정 등[2008]). 이러한 인공미끼에 대한 연구는 국내외적으로 매우 한정되어 있는데, 외국의 경우 게류와 새우류에 대한 유인물질에 대하여서는 Hara[1982], Carr & Thompson [1983], Carr & Derby[1986], Zimmer-Faust[1989] 등의 연구가 있었으나 기초적인 연구단계에 불과하였다. 국내에서는 염 등[1990a, 1990b, 1991]에 의해 통발에 어획되는 생물들의 유인물질을 검색하기 위한 연구가 있었으며, 염 등[1998]은 붕장어 인공미끼의 개발에 관한 연구에서 마쇄한 멸치나 고등어를 재료로 한 펠릿형 인공미끼를 개발한 바 있으나 꽃게용 인공미끼는 아직 개발되어 있지 않은 상태이다.

이러한 인공미끼의 개발 및 현장 적용에 있어서 주요 관심사 중의 하나는 제조된 인공미끼의 수중에서의 생분해도 및 분해 특성이다. 이는 생분해 특성이 인공미끼의 미끼로서의 효용성 측면과 밀접한 관련을 가질 뿐 아니라 조업이 활발하게 행해지는 해역에 있어서 수질오염의 가능성과도 연관이 있다.

따라서, 본 연구에서는 꽃게 통발용 인공미끼 개발연구의 초기 단계로 실험실에서 조제한 인공미끼를 대상으로 인공미끼 원료 종류별 생분해 특성을 실험실 규모 수조형 반응조를 이용하여 평가하였다. 또한, 실제 현장에서 인공미끼를 이용한 조업시 해역에 미치는 영향을 평가하기 위하여 현장조사를 실시하여 인공미끼가 조업해역의 수질에 미치는 영향을 평가하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 인공미끼 제조방법

생분해도 특성의 파악에 사용될 인공미끼는 시중에서 가장 쉽게 구할 수 있는 경제성 있는 재료로 고등어와 다랑어 내장 및 크릴을 선정하여 실험실에서 제조하였다. 고등어는 현재 꽃게 통발 어업시 가장 많이 사용되는 원료이며, 실제 현장에서 사용시 우수한 꽃게 유인특성을 갖는 것으로 알려져 있다. 그러나, 최근 고등어 산지 값의 상승으로 꽃게 통발용 미끼로 사용하기에는 어항에 따라 경제적 부담이 될 수 있다. 따라서, 부산물로서 이용가치가 거의 없는 다랑어 내장을 사용하여 꽃게 통발용 인공미끼를 만들게 되면 충분한 경제성을 가질 수 있을 것으로 판단된다.

다랑어의 경우도 고급 횡감용 생선으로 사용되는 고급 어종이지만, 내장은 사용처가 거의 없어 값싸게 연중 내내 구할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 크릴은 고등어나 다랑어 내장에 비하여 비싼 재료이기는 하나 안정적 공급이 가능하다. 실제 실험에 사용된 인공미끼는 고등어 내장을 분쇄하여 성형한 것(C-1), 다랑어 내장을 분쇄한 후 성형한 것(C-2), 크릴을 분쇄하여 제조한 것(C-3)의 3가지를 사용하였다. 이들 미끼들을 이용하여 수중에서의 생분해도를 평가하고, 제조 원료들의 차이가 생분해도에 미치는 영향을 조사하였다. 인공미끼의 제조방법 및 상태는 Table 1과 같으며, 인공미끼의 화학적 조성은 Table 2와 같다.

### 2.2 실험장치 및 운전방법

실험에 사용한 수조는 유효용량 10L로 아크릴을 이용하여 제작하였고, HRT(Hydraulic Retention Time : 수리학적 체류시간) 12시간, 통과유속 1 m/d로 담수를 반응조 내로 공급하면서 운전하였다. 담수의 경우 수돗물을 24시간 폭기하여 잔류염소를 제거한 후 사용하였다.

해수 대신 담수를 사용한 이유는 해수의 경우 인공해수가 아닌 실제 해수를 사용할 경우 해수내에 존재하는 조류 및 영양염류 등으로 인한 실험의 복잡성을 회피하고, 좀 더 정확한 결과를 얻기 위해서였다. 또한, 미끼의 실제 적용은 해수를 대상으로 하나 본 실험의 목적이 동일 조건하에서 인공미끼 원료로 사용하려고 하는 3

Table 1. Preparation method and state of artificial baits %.

	Preparation method(raw material)	Weight(g)
C-1	Ground mackerel intestine	67.46
C-2	Ground tuna intestines	76.13
C-3	Ground krill	75.08

Table 2. Chemical composition of artificial baits

	(dry basis, %)			
	Protein	Lipid	Ash	Carbohydrate
C-1	59.0	20.0	5.0	16.0
C-2	74.0	10.6	6.7	14.7
C-3	63.0	10.0	12.9	14.1

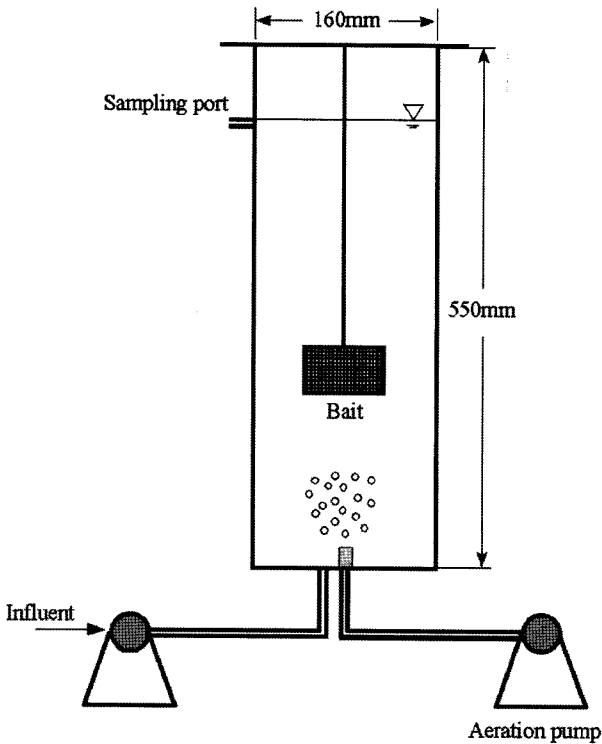


Fig. 1. Schematic diagram of experimental unit.

가지 종류의 원료에 대하여 생분해도 양태 및 속도를 비교하기 위한 실험이므로, 담수로서도 실험목적은 달성할 수 있다고 판단하였다. 실험에 사용된 인공미끼는 양과 망으로 만든 주머니에 넣어 반응조 내에 매달아 놓았다. 반응조 내의 통과유속으로 인한 미끼의 부유를 방지하기 위하여 추를 달아 반응조 중앙에 위치하도록 하였다.

실험에 사용된 반응수조의 개략도는 Fig. 1에 나타난 바와 같다. 온도 변화에 따른 영향을 배제하기 위하여 15 °C로 유지되는 항온실 내에서 실험을 실시하였다. 실험은 23일간 실시하였고, 실험 기간 중 유출수의 pH와 DO(Dissolved Oxygen : 용존산소)는 Table 3과 같다. 23일간의 운전기간 중 운전시작 2일째부터 수중 DO 농도는 급격히 낮아져 약 8일째까지 매우 낮은 값을 나타내다 그 이후 서서히 높아지는 경향을 나타내었으며, 운전기간 중 C-3가 가장 낮은 값을 나타내었고, 그 다음은 C-1, C-2의 순이었다. 이를 통

Table 3. Range of pH and DO during experiments

	pH	DO (mg/L)
C-1	6.97~7.88	0.02~3.44 (1.37)
C-2	6.93~7.86	0.08~4.01 (2.04)
C-3	6.99~7.97	0.02~2.72 (0.96)

( ): mean value

하여 미끼의 대부분이 초기 일주일 이내에 분해된다는 것을 알 수 있었으며, 인공미끼 제조 원료의 종류에 따라 용존산소 소비 정도가 다르며, 본 연구에 사용한 3가지 형태에 있어서는 용존산소 소비 정도는 C-3가 가장 크며, 그 다음으로 C-1, C-2인 것으로 나타났다. 인공미끼의 비교를 위하여 사용한 인자는 COD, T-N, T-P, NH<sub>3</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N이었고, 측정된 농도에 유량을 곱한 후, 각 시료 미끼의 양으로 나누어 미끼 단위중량당 발생된 부하량으로 평가하였다. 수질분석은 Standard method[APHA- AWWA-WPCF, 2005]를 기준으로 분석하였으며, 분석방법 및 사용된 측정 장비는 Table 4와 같다.

### 2.3 해양오염 기여도 조사방법

꽃게 통발 조업현장에서 인공미끼의 사용이 주변 해역의 수질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 조업현장에서의 해양수질조사를 실시하였다. 조사 위치는 Fig. 2에 나타난 바와 같이 전남 신안군 우이도 남서쪽 5~10 해리 수역이며, 수심이 30~40 m이고 저질은 사니질인 해역으로써 투망과 양망이 이루어진 3일간은 파고가 1 m 이내로 잔잔하였다.

해양수질조사는 2008년 6월 17일에 통발을 투망한 후 18일에 양망하면서 시료를 채취하였고, 다시 18일에 투망한 다음 19일에 양망하면서 시료를 채취하였다. 해양수질조사 위치는 Fig. 2의 꽃게 통발 시험조업 위치와 같다. 시료는 바다에 통발이 배치된 위치의 맨 처음(1번)과 맨 끝(2번)에서 표면(S)과 저층(B) 두 군데에서 채취하였다. 그리고 통발이 배치된 위치에서 1km 정도 이격된 지역을 대조군(3번)으로 채취하였다. 예를 들면, 시료 표시 1S-18은 6월 18일 채취한 시료이며, 통발의 맨 처음 지점의 표층수의 시료를 의미한다. 시료는 선상에서 Van dorn sampler로 채취하여 수온, pH, DO는 현장에서 측정하였고, 나머지 인자는 시료를 아이스박스에

Table 4. Analytical methods and instruments used in this experiment

Item	Analytical method	Analytical instruments
Temp.(°C)	Electrometric method	YSI 85 DO meter
pH	Electrometric method	ORION 920A pH meter
DO(mg/l)	Electrometric method	YSI 85 DO meter
COD	Acidic potassium permanganate method	
NH <sub>3</sub> -N	Indophenol method	CARY 1E
NO <sub>2</sub> -N	Diazotization method	CARY 1E
NO <sub>3</sub> -N	Brucine method	CARY 1E
T-N	UV-VIS spectrophotometric method	CARY 1E
PO <sub>4</sub> -P	Ascorbic acid method	CARY 1E
T-P	Ascorbic acid method	CARY 1E

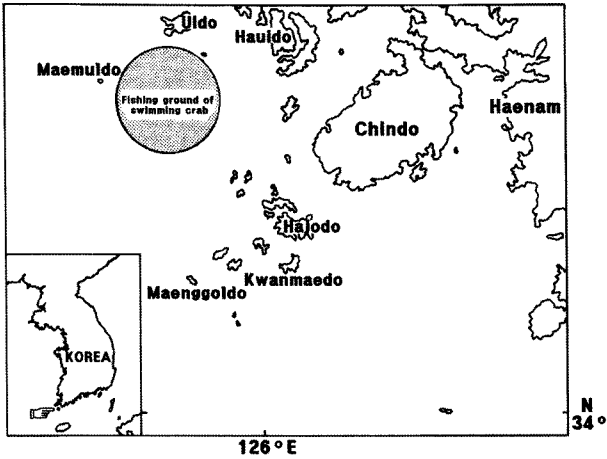


Fig. 2. Location of test operation and seawater sampling.

넣어 실험실로 옮겨온 후 해양환경공정시험방법(MOMAF[2005])을 기준으로 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 실내실험에서의 생분해도 평가

##### 3.1.1 발생부하량

인공미끼의 수중 침지시간에 따른 분해속도를 살펴보기 위하여 인공미끼 종류별 침지시간에 따른 미끼 단위중량당 COD, NH<sub>3</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, T-N, T-P 발생량을 Fig. 3에 나타내었다.

수중의 유기물량을 간접적으로 나타내어 유기오염지표로 이용되는 COD의 경우는 침지 초기에 급격한 분해가 일어나 침지후 4일 내에 안정된 형태로 변하는 것을 알 수 있으며, 동 기간 중 C-2 및 C-3의 경우는 C-1에 비하여 약 1.4배의 COD를 발생시켰으며, 대략 초기 4일내에 총 발생부하량의 약 2/3가 발생되는 것으로 나타났다. 따라서, COD 발생속도로 본 유기물 분해속도는 분쇄 다량어 내장으로 제조한 C-2가 가장 빠르며, 다음이 분쇄 크릴로 제조한 C-3이고, 분쇄 고등어 내장으로 제조한 C-1이 가장 느리게 분해되는 것으로 나타났다.

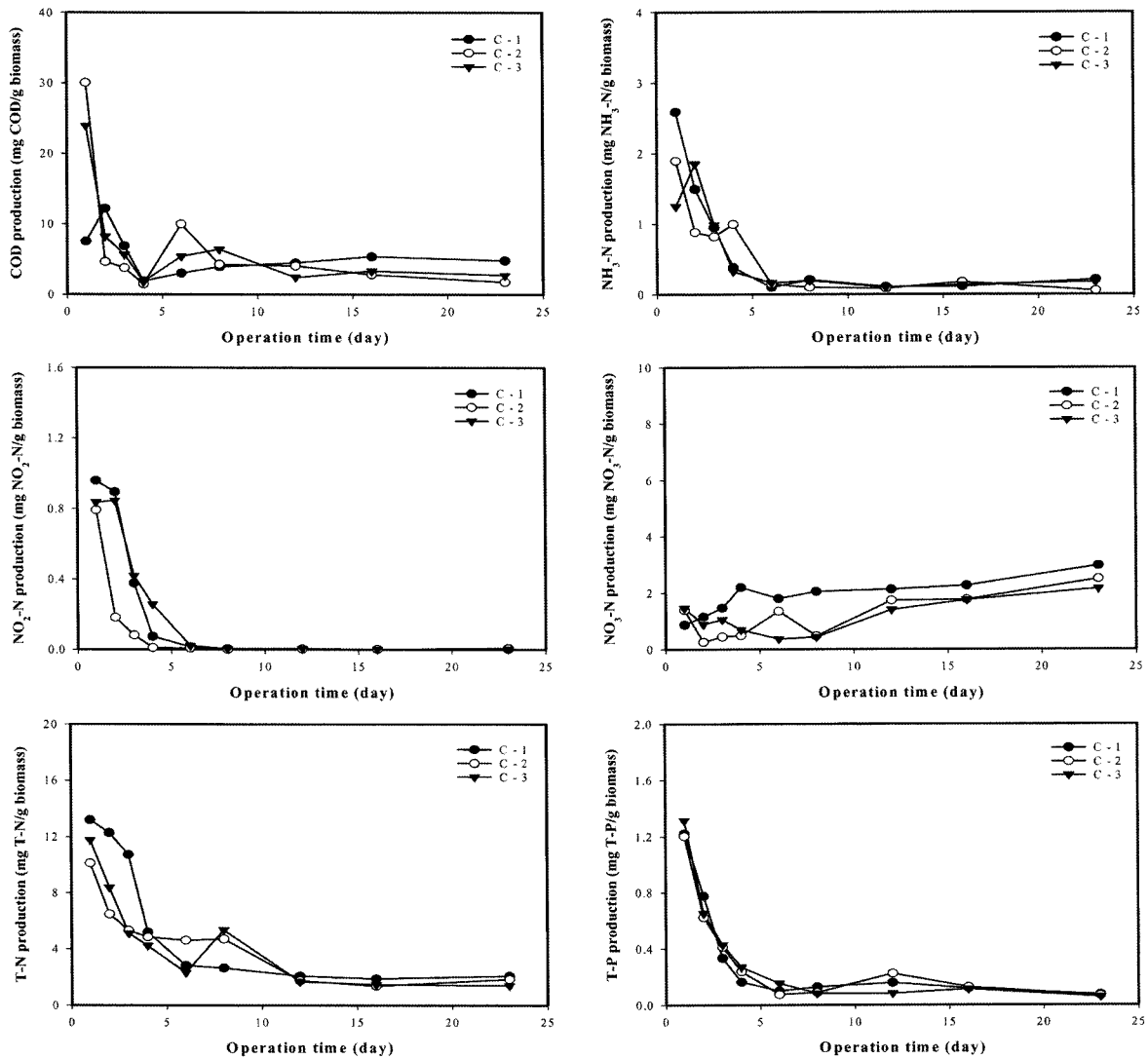


Fig. 3. Specific COD, NH<sub>3</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, T-N & T-P production rates according to operation time and instruments.

암모니아성 질소는 0.05~0.2 mg/L 정도의 낮은 농도에서도 어류의 성장을 저해하는 것으로 보고(Colt & Armstrong[1981], Colt & Tchobanoglous[1987])되고 있다. 3가지 종류의 인공미끼에서 분쇄 고등어 내장이 주원료인 C-1이 가장 많은 양의 암모니아성 질소를 발생시킬 뿐만 아니라 수중에서 분해속도도 가장 빠른 것으로 나타났다. C-2와 C-3의 경우는 분해속도 측면에서 유사한 패턴을 나타내어 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.

아질산염은 암모니아가 질산염으로 되는 생물학적 산화의 중간 산물이며, 어류의 건강 측면에서 Westin [1974]은 수중 아질산염의 농도를 0.012 mg/L 이하로 제한하고 있다. 아질산염은 침지 초기에 C-1에서 다소 높은 값을 나타내었으나, 침지 6일 후부터는 미끼의 종류에 관계없이 생체량 단위 mg당 0.004 mg 이하의 발생량을 나타내었다. 암모니아의 생물학적 산화의 최종 산물인 질산염은 고농도의 경우에만 독성을 미치며 어류의 96hr LC<sub>50</sub>은 1,000~2,000 mg/L인 것으로 보고(Colt & Tchobanoglous [1987])되고 있다.

인공미끼 종류별 질산염의 발생속도는 고등어 내장이 주원료인 C-1이 C-2나 C-3에 비하여 다소 높은 값을 나타내었으며, C-2와

C-3 사이에는 별 다른 차이가 없는 것으로 나타났다. 한편, 전반적인 발생 패턴은 3개 시료 모두에 대하여 유사하게 나타나 차이가 없는 것으로 조사되었다.

총질소와 총인은 해역의 부영양화 및 적조 등의 원인물질로 알려져 있다. 총질소의 경우는 발생속도 측면에서 C-1이 가장 높은 값을 나타내었으며, C-2와 C-3의 경우 유사한 값을 나타내고 있다.

총질소의 발생 패턴은 암모니아성 질소와 아질산염 및 질산염의 합인 용존성 무기질소(DIN)의 발생 패턴과 아주 유사한 형태를 나타내는 것으로 보아 분쇄 고등어 내장과 분쇄 다랑어 내장 및 분쇄 크릴로 만든 3개의 시료 모두에 있어서 유기성 질소에서 무기성 질소로의 변환속도는 유사한 것으로 평가된다.

한편, 총인의 시료별 발생 패턴은 시료의 종류에 관계없이 거의 유사한 양상을 나타내고 있다.

### 3.1.2 누적 발생부하량

미끼의 수중 생분해도 패턴은 미끼로서의 특성 및 효용성을 결정짓는 인자 중의 하나이다. 따라서, 서로 다른 원료로 제조한 인공미끼를 이용하여 미끼별 생분해도 양상을 파악하기 위한 실험을

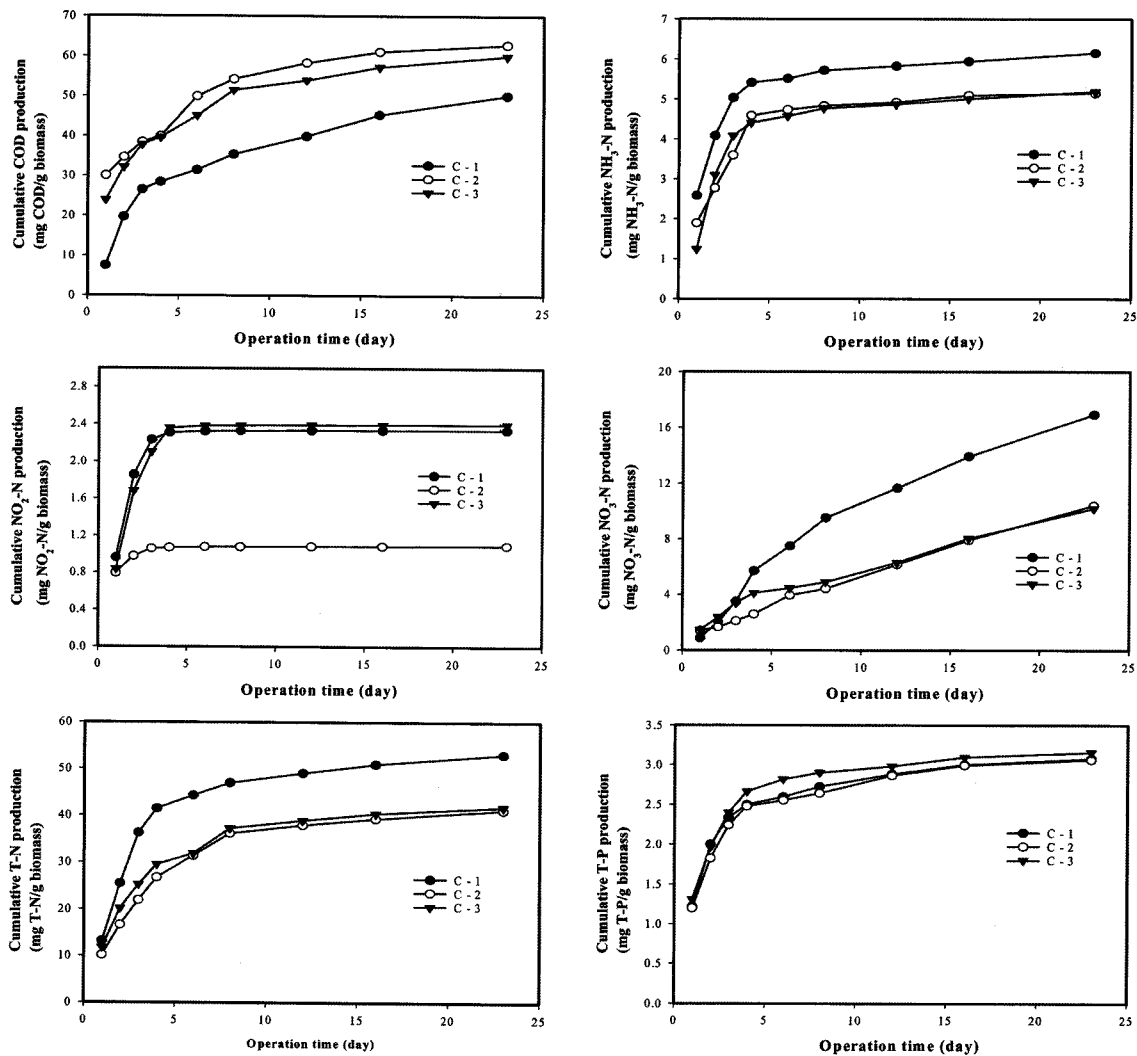


Fig. 4. Cumulative COD, NH<sub>3</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, T-N & T-P production according to operation time.

실시하였다. COD, NH<sub>3</sub><sup>+</sup>-N, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, T-N, T-P의 각 항목에 대하여 고등어 내장을 분쇄하여 만든 미끼(C-1), 다랑어 내장을 분쇄하여 만든 미끼(C-2)와 크릴을 분쇄하여 만든 미끼(C-3) 각각에 대한 침지시간 경과에 따른 누적 발생부하량을 이용하여 각 인공미끼간의 분해 특성을 Fig. 4에 나타내었다. 누적발생량은 각 시간에서 그때까지 발생한 양을 누적한 값으로 전체 반응시간동안 발생량의 변화 추이와 발생량의 총합을 볼 수 있다.

COD의 경우는 실험기간인 23일 동안 누적 발생부하량은 다랑어 내장을 사용한 C-2와 분쇄 크릴을 주원료로 이용한 C-3이 시료 1 g당 60.0 mg COD와 62.8 mg COD를 발생시켜 거의 유사한 경향을 나타내었으나, 고등어 내장을 주원료로 이용한 C-1의 경우는 같은 기간 동안 누적 발생부하량 50.1 mg을 나타내어 COD 누적 발생량이 상대적으로 적은 것으로 나타났다. COD 발생속도 측면에서는 C-2, C-3, C-1의 순이었다는 점을 고려할 때, 누적 발생부하량과 발생속도가 완벽하게 일치하지는 않지만 유사한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그러나, C-1, C-2, C-3에 대한 화학적 조성을 나타낸 Table 2의 결과와 비교하여 보면, 탄수화물 분율이 가장 높은 C-1이 누적발생량이 가장 작은 것으로 나타나 생체내 탄수화물 조성 분율과 수중에서의 COD 누적 발생량은 일치하지 않는다는 것을 알 수 있다.

암모니아성 질소의 경우는 동일 실험기간 동안 생체량 1 g당 C-2와 C-3가 각각 5.19와 5.15 mg을 발생시켜 거의 유사한 특성을 나타낸 반면, C-1의 경우 6.15 mg을 나타내어 약 20% 정도 높은 값을 나타내었다. 이러한 양상은 Table 2에서 C-2, C-3, C-1의 순으로 나타난 생체 단위 증량당 단백질 함량과는 다른 결과로써 수중에서 COD 또는 암모니아성 질소의 분해 양상은 단순히 대상 생체의 탄수화물 및 단백질 함량만의 함수가 아니라는 것을 알 수 있다.

아질산염은 C-1과 C-3의 경우 실험기간 중 총 누적 발생량 2.34 mg과 2.40 mg을 나타내어 거의 유사한 경향을 보인데 비하여, 다랑어 내장을 주원료로 사용한 C-2의 경우는 동일 기간 중 총 1.09 mg을 나타내어, 누적 발생부하량 측면에서 동일 생체량당 약 절반 정도

의 아질산염을 발생시키는 것으로 나타났다.

질산염은 상당량 존재시에도 생물 독성은 그리 크지 않은 것으로 알려져 있는데, 본 실험기간 중 누적 발생량은 C-2와 C-3의 경우 각각 10.41 mg과 10.21 mg으로 나타나 거의 유사하였으나, C-1의 경우 동일 기간 중 16.91 mg으로 나타나 다랑어 내장이나 크릴 분쇄물로 제조한 미끼에 비하여 고등어 내장을 원료로 한 경우가 약 1.6배 정도의 질산염이 발생하는 것으로 나타났다.

총질소의 경우도 질산염과 유사한 패턴으로 나타났는데, C-2와 C-3가 41.12 mg과 41.78 mg으로 거의 유사한 양이 발생되었으나, C-1의 경우 동일 기간 동안에 53.00 mg이 발생되어, 고등어 내장을 원료로 한 미끼에서 발생하는 총질소 양이 다랑어 내장이나 분쇄 크릴을 원료로 한 미끼에서 발생하는 양보다 동일 기간 동안에 약 1.3배 정도 발생하는 것으로 조사되었다.

총인의 경우는 세 가지 원료 모두에서 실험기간 내에 약 3.1 mg이 발생되어 원료 조성에 따른 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

### 3.2 현장해역에서의 인공미끼의 오염도

#### 3.2.1. 영향평가

인공미끼의 성분해도 실험결과를 바탕으로 인공미끼 사용이 주변 해양환경에 미치는 영향을 검토하기 위하여 시험조업시 주변 해역에 대하여 수질을 측정하였다. 시험조업 해역의 표층수와 저층수 및 대조 지역에 대한 수질 측정치는 Table 5에 나타낸 바와 같다. 대조지역을 기준으로 볼 때 시험조업 해역의 평균 수질은 COD 1.40 mg/L, T-N 0.4386 mg/L, T-P 0.0395 mg/L로써 Table 6의 해역수질기준으로 보면 2등급의 수질을 유지하고 있는 해역이다. 통발 근처에서 채취한 시료와 대조 해역에서 채취한 시료의 SS, COD, T-N, T-P, DO, pH는 모두 거의 차이가 없음을 알 수 있다.

표층수와 저층수 각각에 대하여 COD, T-N, T-P 농도를 비교한 결과는 Fig. 5와 Fig. 6에 나타낸 바와 같다. 표층수에 대하여 통발이 설치된 지점 2군데와 통발에서 1 km 정도 떨어진 대조 해역에서의 수질 자료를 보면, Table 6의 해역수질기준과 비교할 때 COD,

Table 5. Seawater quality of test operation area depending on sampling depth and location

Sample	Item (unit : mg/L except pH)											Remark
	SS	COD	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	T-N	PO <sub>4</sub> -P	T-P	DO	pH	Temp.	
1S-18	36	1.88	0.0621	0.0027	0.1084	0.6796	0.0200	0.0371	12.03	7.83	15.5	
2S-18	36	1.68	0.1534	0.0050	0.1188	0.4348	0.0170	0.0426	13.76	7.67	15.7	control
3S-18	34	1.48	0.1207	0.0017	0.1333	0.4412	0.0260	0.0397	11.94	7.90	15.7	
1B-18	31	1.68	0.0935	0.0007	0.1300	0.4704	0.0150	0.0421	13.07	8.31	14.9	
2B-18	38	1.56	0.1606	0.0021	0.1208	0.7806	0.0170	0.0545	14.47	8.10	15.0	control
3B-18	36	1.76	0.1839	0.0012	0.1279	0.6309	0.0170	0.0492	12.67	8.02	15.7	
1S-19	25	1.00	0.1088	0.0028	0.1302	0.2740	0.0150	0.0495	11.59	7.78	17.4	
2S-19	29	1.92	0.0337	0.0020	0.1129	0.3751	0.0120	0.0346	10.70	7.99	17.3	control
3S-19	26	1.32	0.0550	0.0011	0.1345	0.4360	0.0200	0.0392	10.92	7.69	17.7	
1B-19	41	1.64	0.0417	0.0046	0.1470	0.2582	0.0250	0.0654	12.07	8.01	15.3	
2B-19	37	1.72	0.0590	0.0014	0.1337	0.5646	0.0220	0.0524	11.06	8.04	15.4	control
3B-19	37	1.76	0.0565	0.0025	0.1306	0.5274	0.0190	0.0603	12.12	7.91	15.4	

S: surface water, B: bottom water, 1, 2: starting point and ending point of trap nets 3: control, 18 and 19: sampling date

Table 6. Korean environmental standard of seawater quality(MLTM, 2008)

grade	standard						
	pH	COD (mg/L)	DO (mg/L)	Coliform (No./100 mL)	Oil in solvent extract (mL/L)	T-N (mL/L)	T-P (mL/L)
I	7.8~8.5	up to 1	7.5≤	≤1,000	≤0.01	≤0.3	≤0.03
II	6.5~8.5	up to 2	5≤	≤1,000	≤0.01	≤0.6	≤0.05
III	6.5~8.5	up to 4	2≤	-	-	≤1.0	≤0.09

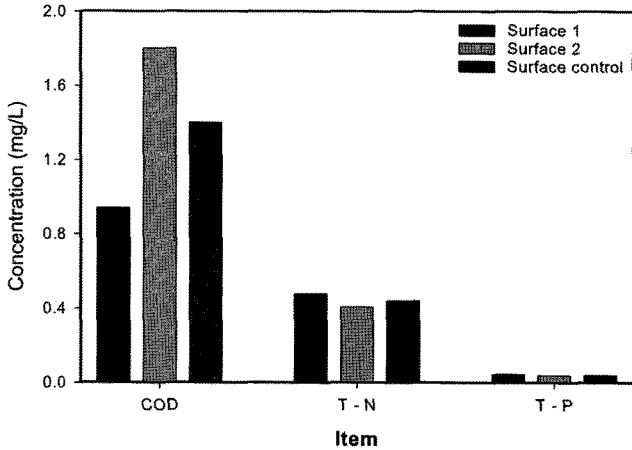


Fig. 5. COD, T-N and T-P concentrations of surface water.

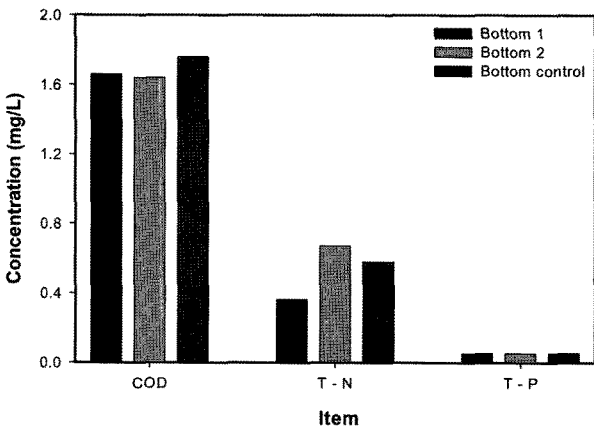


Fig. 6. COD, T-N and T-P concentrations of bottom water.

T-N, T-P 모두 2등급 정도의 수질을 나타내어 대조해역의 수질과 동일한 등급을 나타내었다.

Fig. 5의 표층수 농도를 보면, 조업지역에서 채취한 표층수 1 및 2에 대한 COD의 경우 표층수 1의 경우 대조 지역보다 오히려 낮거나 표층수 2의 경우 약간 높은 등 다소 변폭은 있으나 전반적으로 대조 지역의 자료와 별 차이가 없는 것으로 나타났으며, Fig. 6의 저층수 COD 자료도 COD와 T-N, T-P 모두 조업 해역과 대조 해역 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 앞의 인공미끼의 생분해 실험에서 인공미끼 원재료에 따라 다소 차이가 있기는 하나 전체적으로 초기 이틀 내에 대부분이 분해되고, 5일 후부터 안정화되는 결과에 기초할 때, 현장 해수는 통발 투망 후 그 다음날 양망시

채취한 것으로써 수중에서 인공미끼의 생분해가 시작되지 약 24시간이 경과하였을 때이므로, 해양수질 시료 채취시 바다에 투입한 인공미끼의 생분해가 활발하게 일어나고 있는 기간이었다고 판단할 수 있다. 그럼에도 불구하고 조업 지역과 주변 바다의 수질이 아무런 차이를 나타내지 않아 인공미끼의 사용이 해역의 수질에 미치는 영향은 거의 없는 것으로 판단할 수 있다.

#### 4. 결 론

고등어 내장, 다랑어 내장 및 크릴 분쇄물을 사용하여 제조한 꽃게 통발용 인공미끼에 대한 수중 생분해도와 인공미끼를 사용한 실제 해양에서 시험조업시 해양오염 기여도를 조사하였다. 누적 부하량을 이용하여 각 인공미끼 간의 분해 특성을 조사한 결과, COD의 경우 분쇄시킨 다랑어 내장으로 제조한 인공미끼의 분해속도가 가장 빨랐으며, 그 다음으로 크릴을 이용하여 제조한 인공미끼이고, 가장 낮은 분해속도를 나타낸 것은 고등어를 이용하여 제조한 인공미끼인데 반해, 암모니아성 질소의 분해는 고등어를 이용하여 제조한 경우가 가장 빠른 속도로 분해되었다. 총인의 경우는 각 시료 간 별 다른 차이를 나타내지는 않았다. 한편, 운전시간 경과에 따른 배출 오염부하량의 경시적 변화를 보면 전체적인 양상은 누적 부하량의 경우와 유사하였으나, 유기물 분해는 물론이고 암모니아성 질소, 총인 모두 큰 차이를 나타내지 않아 유기물 및 영양염류의 수중에서의 분해안정화에 소요되는 시간은 대동소이한 것으로 평가되었다.

한편, 인공미끼의 생분해도 실험결과를 바탕으로 인공미끼 사용이 주변 해양환경에 미치는 영향을 검토하기 위하여 시험조업시 주변 해역에 대하여 수질을 측정된 결과, 통발의 부설 길이방향에 대한 위치별 표층수와 저층수의 유기물 및 영양염류 농도는 대조 지역과 비교하여 별 다른 차이를 나타내지 않는 것으로 평가되었다. 이를 통하여 본 연구에서 제조한 인공미끼를 꽃게 조업에 사용하는 경우 주변 해역의 해양수질에 미치는 영향은 무시할 수 있는 것으로 평가되었다.

#### 후 기

이 논문은 수산특정연구개발과제 “꽃게 통발용 인공미끼 개발 (과제관리번호: F10400506A210000110)”의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] 고관서, 권병국, 1987, “붕장어 통발의 개량”, 한국수산학회지, 20(2), 95-105.
- [2] 고관서, 김대안, 1984, “통발에 대한 어류의 행동과 어획성능에 관한 연구”, 한국수산학회지, 17(1), 15-23.
- [3] 김대안, 고관서, 1987a, “통발어구의 어획기구 및 개량에 관한 연구, 1. 대통발과 플라스틱 통발에 대한 붕장어의 행동”, 한국수산학회지, 20(4), 341-347.
- [4] 김대안, 고관서, 1987b, “통발어구의 어획기구 및 개량에 관한 연구, 2. 그물통발류에 대한 민꽃게의 행동”, 한국수산학회지, 20(4), 348-354.
- [5] 김대안, 고관서, 1990a, “통발어구의 어획기구 및 개량에 관한 연구, 3. 그물통발류에 대한 붕장어의 행동”, 한국수산학회지, 23(3), 238-244.
- [6] 김대안, 고관서, 1990b, “통발어구의 어획기구 및 개량에 관한 연구, 4. 민꽃게 통발의 개량실험”, 한국수산학회지, 23(4), 310-314.
- [7] 김대안, 고관서, 1990c, “통발어구의 어획기구 및 개량에 관한 연구, 2. 그물통발류에 대한 민꽃게의 행동”, 한국수산학회지, 20(4), 348-354.
- [8] 김형석, 이병기, 1990, “고등어, 전어, 크릴의 추출물에 대한 붕장어의 반응”, 한국어업기술학회지, 26(2), 125-132.
- [9] 서영태, 김광홍, 이주희, 1977, “장어 통발어구의 어획성능 비교”, 한국어업기술학회지, 13(2), 15-20.
- [10] 염말구, 강석중, 최영준, 최병대, 조창환, 1990a, “어류유인활성물질의 응용에 관한 연구-I. 현장실험을 통한 붕장어 생미끼의 유인활성 검토”, 한국어업기술학회지, 26(4), 317-325.
- [11] 염말구, 강석중, 최영준, 최병대, 조창환, 1990b, “어류유인활성물질의 응용에 관한 연구-I. 현장실험을 통한 붕장어 유인활성 물질의 검색”, 한국어업기술학회지, 26(4), 326-332.
- [12] 염말구, 1991, “미끼의 종류에 따른 통발어획율의 변화”, 한국어업기술학회지, 27(4), 232-237.
- [13] 염말구, 1998, “통발용 인공미끼의 개발”, 한국어업기술학회지, 34(2), 185-190.
- [14] 장호영, 조봉곤, 박중수, 고광수, 한민숙, 2002, “서해구 자원관리형 자망통발 어구어법 기술개발에 관한 연구 -2. 수조실험에 의한 꽃게피빨고등의 입롱율 조사”, 2002년도 추계 수산관련 학회 공동학술대회 발표요지집, PA-3, 31-32.
- [15] 정병곤, 장호영, 구재근, 2008, “꽃게 통발용 미끼의 형태에 대한 생분해도 평가”, 한국어업기술학회지, 44(1), 20-30.
- [16] APHA, AWWA, WPCF., 2005, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Ed., American Public Health Association, Washington, D.C.
- [17] Carr, W.E.S. and Thompson, H.W., 1983, “Adenosine 5-monophosphate, an internal regulatory agent, is a potent chemoattractant for a marine shrimp”, J. Comp. Physiol., Vol.153, 47-53.
- [18] Carr, W.E.S. and Derby, C.D., 1986, “Chemically stimulated feeding behavior in marine animals”, J. Chem. Ecol., Vol.12, 989-1011.
- [19] Colt, J.E. and Armstrong, D.A., 1981, “Nitrogen toxicity to fish, crustaceans and mollusks”, In Proceedings of the Bio-engineering Symposium for Fish Culture, eds. L. J. Allen and Kinney, E. C. American Fisheries Society, Fish Culture Section, Bethesda, 39-42.
- [20] Colt, J.E. and Tchobanoglous, V., 1987, “Chronic exposure of channel catfish, *Ictalurus punctatus*, to ammonia: Effects on growth and survival”, Aquaculture, Vol.15, 353-372.
- [21] Hara, J.J., 1982, Chemoreception in Fishes. (ed.by J.J.Hara). Elsevier Sci. Pub. Co, Amsterdam. 433.
- [22] Westin, D.T., 1974, “Nitrate and nitrite toxicity to Salmonid fishes”, Progressive Fish Culturist, Vol.36, No.2, 86-94.
- [23] Zimmer-Faust Richard K., 1989, “The relationship between chemoreception and foraging behavior in Crustaceans”, Limnol. Oceanogr., Vol.34, No.7, 1367-1374.
- [24] Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2008, Marine Environmental Management Act.
- [25] MOMAF, 2005, 해양환경공정시험방법.

2009년 1월 6일 원고접수

2009년 3월 23일 심사완료

2009년 3월 31일 수정본 채택